

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年10 月27 日 (27.10.2005)

PCT

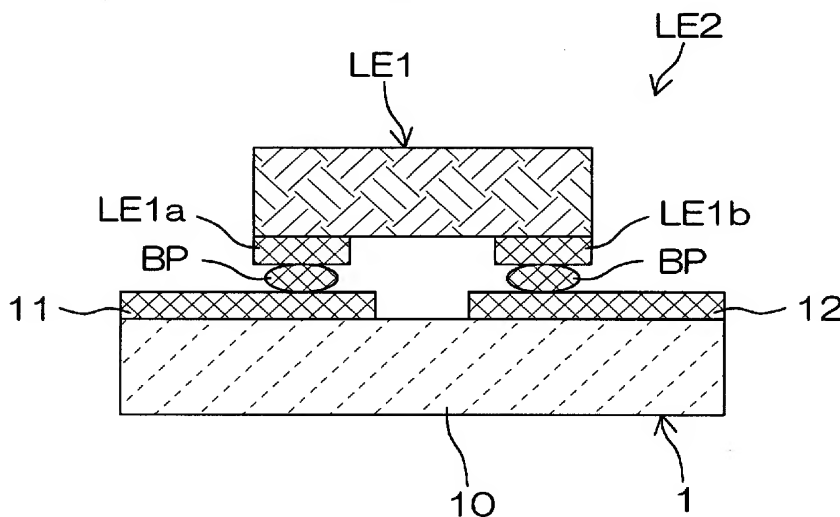
(10) 国際公開番号  
WO 2005/101533 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 33/00  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002758  
(22) 国際出願日: 2005 年2 月22 日 (22.02.2005)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2004-117180 2004 年4 月12 日 (12.04.2004) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5 番3 3 号 Osaka (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 天羽 映夫 (AMOH, Teruo). 石津 定 (ISHIDU, Sadamu). 桧垣 賢次郎 (HIGAKI, Kenjiro). 筑木 保志 (TSUZUKI, Yasushi). 福田 洋 (FUKUDA, Hiroshi).  
(74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1 番3 号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.  
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT MOUNTING MEMBER, AND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE EMPLOYING IT

(54) 発明の名称: 半導体発光素子搭載部材と、それを用いた半導体発光装置



(57) Abstract: A semiconductor light emitting element mounting member in which effective reflectivity of light is enhanced than ever in a metal film functioning as an electrode layer and/or a reflective layer, a semiconductor light emitting element mounting member in which adhesion to a substrate, mechanical strength and reliability of the metal film are enhanced than ever and a semiconductor light emitting device employing the semiconductor light emitting element mounting member and exhibiting excellent emission characteristics. The semiconductor light emitting element mounting member (submount (1)) comprises metal films (11, 12) of Ag, Al or an alloy thereof formed on a substrate (10) and having a grain size of 0.5

$\mu\text{m}$  or less and a centerline mean roughness  $R_a$  of  $0.1 \mu\text{m}$  or less. The semiconductor light emitting device (LE2) comprises a semiconductor light emitting element (LE1) mounted on the submount (1).

(57) 要約: 電極層および/または反射層として機能する金属膜における、光の実効的な反射率を、これまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材と、上記金属膜の、基材への密着力、機械的な強度、ならびに信頼性をこれまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材と、そして上記の半導体発光素子搭載部材を用いた、発光特性などにすぐれた半導体発光装置とを提供する。半導体発光素子搭載部材 (サブマウント1) は、基材10上に、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなり、その結晶粒の粒径を $0.5 \mu\text{m}$ 以下で、かつ表面の中心線平均粗さ $R_a$ を $0.1 \mu\text{m}$ 以下とした金属膜11、12を形成した。半導体発光装置LE2は、上記サブマウント1上に、半導体発光素子LE1を搭載した。

WO 2005/101533 A1



SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

半導体発光素子搭載部材と、それを用いた半導体発光装置

技術分野

[0001] この発明は、半導体発光素子を搭載するための半導体発光素子搭載部材と、当該半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載した半導体発光装置とに関するものである。

背景技術

[0002] 半導体発光素子搭載部材を構成する基材の素子搭載面、反射面などに形成する、素子搭載のための電極層、および／または素子からの光を反射するための反射層として機能する金属膜を、半導体発光装置の実効的な発光効率を高めるべく、材料特性として光の反射率に優れたAgやAlなどで形成することが行われる(例えば特許文献1〜3参照)。

特許文献1:特開平9-293904号公報(請求項1、2、第0015欄〜第0017欄、図1、図2)

特許文献2:特開2002-217456号公報(第0013欄〜第0014欄、図1、図2)

特許文献3:特開2002-232017号公報(請求項1、第0016欄〜第0021欄、図1)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] ところがAgやAlなどは、確かに材料特性としては光の反射率に優れているものの、実際に基材上の素子搭載面、反射面などに形成した金属膜は、多くの場合、表面の平滑性が十分でなく光が乱反射するために、実効的な高い反射率が得られないという問題がある。

[0004] 特に近年、実用化が進行しつつある、出力が1W以上といった大出力の半導体発光装置では、大電流を流すために、電極層として用いる金属膜の膜厚を大きくして抵抗値を下げなければならないが、膜厚の大きい金属膜ほど、その表面には凹凸が発生しやすいことから、高い反射率が得られないのが現状である。

[0005] また、この光の反射率の低下は、紫外線発光用の半導体発光装置や、あるいは蛍

光体と組み合わせて白色発光させる半導体発光装置などにおける、450nm以下の短波長の光において特に顕著であり、金属膜表面の凹凸が大きいほど、かかる短波長の光の実効的な反射率が大幅に低下してしまうという問題がある。

[0006] また近年、半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載する方法として、Auバンプを用いたフリップチップ実装が一般化しつつあるが、フリップチップ実装では、半導体発光素子搭載部材の電極層と、Auバンプとの接触面積が小さいため、実用的な実装の強度を確保するために、当該電極層としての金属膜の、基材への密着力を向上するとともに、金属膜自体の機械的な強度を向上することが求められる。

[0007] また、AgやAlなどはマイグレーションを生じやすい材料であるため、とくに前記のように大きい電流を流す必要のある大出力の半導体発光装置において、高い信頼性が得られないという問題もある。

[0008] この発明の目的は、電極層および／または反射層として機能する金属膜における、光の実効的な反射率を、これまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材を提供することにある。

またこの発明の他の目的は、上記金属膜の、基材への密着力、機械的な強度、ならびに信頼性をこれまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材を提供することにある。

そしてこの発明のさらに他の目的は、上記の半導体発光素子搭載部材を用いた、発光特性などにすぐれた半導体発光装置を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0009] 請求項1記載の発明は、基材と、当該基材の表面に形成した、半導体発光素子搭載のための電極層、および半導体発光素子からの光を反射するための反射層のうちの少なくとも一方として機能する、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなる金属膜とを備えるとともに、上記金属膜を構成する金属または合金の結晶粒の、金属膜の面方向の粒径を $0.5\mu\text{m}$ 以下、当該金属膜の表面の中心線平均粗さ $R_a$ を $0.1\mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする半導体発光素子搭載部材である。

[0010] 請求項2記載の発明は、基材上に密着層とバリア層とをこの順に形成し、その上に金属膜を形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項3記載の発明は、金属膜を、AgおよびAlのうちの少なくとも一種の金属と、それ以外の他の金属とを含み、かつ他の金属の含有割合を0.001〜10重量%とした合金にて形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

[0011] 請求項4記載の発明は、他の金属として、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を用いた請求項3記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項5記載の発明は、金属膜の膜厚を0.5〜3  $\mu\text{m}$ とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項6記載の発明は、金属膜を、Al単独で、またはAlと他の金属との合金にて形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

[0012] 請求項7記載の発明は、基材の熱膨張係数を、 $1 \times 10^{-6}/\text{K}$ 〜 $10 \times 10^{-6}/\text{K}$ とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項8記載の発明は、基材の熱伝導率を80W/mK以上とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項9記載の発明は、平板状のサブマウントである請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

[0013] 請求項10記載の発明は、請求項1記載の半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載したことを特徴とする半導体発光装置である。

請求項11記載の発明は、出力が1W以上である請求項10記載の半導体発光装置である。

### 発明の効果

[0014] 請求項1の構成によれば、金属膜の表面をこれまでよりも平滑化することができる。

すなわち金属膜は、当該金属膜を構成する金属または合金の結晶粒の、面方向の粒径が大きいほど、個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づいて、その表面の凹凸が大きくなる傾向がある。また金属膜の表面形状は、下地としての基材の表面形状などの影響も受け、基材の表面粗さが大きいほど、金属膜表面の凹凸が大きくなる傾向がある。そして金属膜表面の凹凸が大きくなるほど、前記のように光が乱反射しやすくなるため、反射率が低下する傾向がある。

- [0015] これに対し、請求項1に記載したように、金属膜を構成する個々の結晶粒の、金属膜の面方向の粒径を $0.5\mu\text{m}$ 以下として、当該個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づく金属膜表面の凹凸をできるだけ小さくするとともに、基材表面の表面形状などを調整することによって、金属膜の表面の中心線平均粗さ $R_a$ を $0.1\mu\text{m}$ 以下にすると、金属膜の表面をこれまでよりも平滑化して、光の反射率を向上することができる。
- [0016] したがって請求項1記載の発明によれば、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなる金属膜における、実効的な光の反射率、特に波長 $450\text{nm}$ 以下の、短波長の光の反射率をこれまでよりも向上することが可能となる。
- [0017] また請求項2記載の発明によれば、基材上に、基材を構成する、例えばセラミックとの密着力に優れた密着層を形成するとともに、この密着層の上に、素子搭載時等の後工程での熱履歴(およそ $300^\circ\text{C}$ 以下程度)による、金属膜を構成するAgやAlと、密着層を構成するTiなどとの反応を抑制して密着力の低下を防止するべく、AgやAlの密着層への拡散を防止するためのバリア層を形成し、さらにその上に上記の金属膜を形成してあるため、金属膜の、基材への密着力をこれまでよりも向上することができる。
- [0018] さらに請求項3記載の発明によれば、金属膜を、AgおよびAlのうちの少なくとも一種の金属と、それ以外の他の金属とを所定の割合で含む合金にて形成してあるため、その機械的な強度を向上することができる。また合金とすることでAgやAlのマイグレーションを防止することもできる。このため金属膜の機械的な強度や信頼性を、これまでよりも向上することができる。
- なお上記合金を構成する他の金属としては、請求項4に記載したように、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を挙げることができる。
- また金属膜の膜厚は、表面の平滑性を維持しつつできるだけ大電流を流すことを考慮すると、請求項5に記載したように $0.5\sim 3\mu\text{m}$ とするのが好ましい。
- [0019] また、特に波長 $400\text{nm}$ 以下という短波長の光を発する半導体発光素子と組み合わせて使用する場合には、金属膜を形成する主体の金属として、かかる短波長の光の反射性に特に優れたAlを用いるのが好ましい。すなわち請求項6に記載にしたように

金属膜を、Al単独で、またはAlと他の金属との合金にて形成するのが好ましい。

- [0020] 半導体発光素子の搭載時や、あるいは実使用時の熱履歴によって生じる熱応力を低減して、半導体発光装置の信頼性を向上することを考慮すると、基材としては、半導体発光素子と熱膨張係数が近いものを使用するのが好ましい。すなわち請求項7に記載したように、基材の熱膨張係数を、 $1 \times 10^{-6} / \text{K} \sim 10 \times 10^{-6} / \text{K}$ とするのが好ましい。

また半導体発光装置の大出力化に対応すべく放熱性を高めるためには、請求項8に記載したように、基材の熱伝導率を $80 \text{W} / \text{mK}$ 以上とするのが好ましい。

- [0021] さらに半導体発光素子搭載部材が、請求項9に記載したように、半導体発光素子の発光部にサイズの近いサブマウントである場合には、当該サブマウント上に半導体発光素子を搭載した半導体発光装置を、従来は半導体発光素子を直接に搭載していた安価なパッケージなどにそのまま搭載できるため応用範囲が広いという利点がある。

- [0022] また請求項10記載の半導体発光装置は、上記この発明の半導体発光素子搭載部材を用いているため、発光特性などに優れたものとすることができる。特に450nm以下の短波長の光を発光する半導体発光素子と組み合わせることによって紫外線発光用として、あるいは上記短波長の光を発光する半導体発光素子および蛍光体と組み合わせることによって白色発光用として、発光特性に優れた半導体発光装置を得ることができる。

また上記半導体発光装置の構成は、請求項11に記載したように、出力が1W以上である大出力の装置に好適である。

#### 図面の簡単な説明

- [0023] [図1A]この発明の半導体発光素子搭載部材の、実施の形態の一例としてのサブマウントの構造を示す断面図である。

[図1B]上記サブマウントに半導体発光素子をフリップチップ実装によって搭載した半導体発光装置の構造を示す断面図である。

[図2]上記半導体発光装置をパッケージに搭載した状態を示す断面図である。

[図3A]金属膜を構成する個々の結晶粒径が $0.5 \mu \text{m}$ 以下の場合の、表面に露出し

た部分の形状に基づいて規定される表面の凹凸の大きさと、光の乱反射の状態との関係を説明する断面図である。

[図3B]金属膜を構成する個々の結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ を超える場合の、表面に露出した部分の形状に基づいて規定される表面の凹凸の大きさと、光の乱反射の状態との関係を説明する断面図である。

[図4A]金属膜を物理蒸着法によって形成する際の、蒸着速度が高い場合に形成される結晶粒子の形成過程を説明する図である。

[図4B]金属膜を物理蒸着法によって形成する際の、蒸着速度が低い場合に形成される結晶粒子の形成過程を説明する図である。

[図5A]金属膜を物理蒸着法によって形成する際の、基板温度が低い場合に形成される結晶粒子の形成過程を説明する図である。

[図5B]金属膜を物理蒸着法によって形成する際の、基板温度が高い場合に形成される結晶粒子の形成過程を説明する図である。

#### 符号の説明

- [0024] 1 サブマウント(半導体発光素子搭載部材)
- 10 基材
- 11、12 金属膜
- LE1 半導体発光素子
- LE2 半導体発光装置

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0025] 図1Aは、この発明の半導体発光素子搭載部材の、実施の形態の一例としてのサブマウント1を示す断面図である。また図1Bは、上記サブマウント1に半導体発光素子LE1を搭載した半導体発光装置LE2を示す断面図である。

- [0026] これらの図に見るようにこの例のサブマウント1は、平板状の基材10の、図において上面側に、面方向の中央に狭いギャップを設けて互いに絶縁した状態で、半導体発光素子LE1を搭載するための電極層と、半導体発光素子からの光を反射するための反射層とを兼ねる2つの金属膜11、12を形成してなる。

- [0027] かかる2つの金属膜11、12はそれぞれ、半導体発光素子LE1の2つの極LE1a、



LE1bに対応しており、両極LE1a、LE1bと、例えば図に見るようにAuバンプBPを介して接合される。そしてそれによって半導体発光素子LE1をサブマウント1上にフリップチップ実装して、半導体発光装置LE2を構成する。

[0028] 上記のうち基材10は、絶縁性である種々の材料にて形成することができるが、先に述べたように半導体発光素子LE1の搭載時や実使用時の熱履歴によって生じる熱応力を低減することを考慮すると、その熱膨張係数は、前記のように $1 \times 10^{-6} / \text{K} \sim 10 \times 10^{-6} / \text{K}$ とするのが好ましい。

また基材10は、半導体発光装置の大出力化に対応すべく放熱性を高めることを考慮すると、その熱伝導率が、これも前記のように $80 \text{ W} / \text{mK}$ 以上とするのが好ましい。

[0029] かかる好適な熱膨張係数と熱伝導率とをともに満足する基材10を形成しうる材料としては、例えば $\text{AlN}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{BeO}$ 、 $\text{BN}$ 等の絶縁性のセラミック、および絶縁性の $\text{Si}$ 、ならびにこれらの複合材料などを挙げることができ、中でもコストの点では $\text{Al}_2\text{O}_3$ や、絶縁性の $\text{Si}$ が好ましい。

[0030] しかし放熱性を考慮すると、基材10の熱伝導率は、前記の範囲内でも $120 \text{ W} / \text{mK}$ 以上、中でも $160 \text{ W} / \text{mK}$ 以上、特に $200 \text{ W} / \text{mK}$ 以上とするのが好ましく、このように高い熱伝導率を達成するためには $\text{AlN}$ または $\text{SiC}$ が好ましい。

また半導体発光素子LE1との熱膨張係数の差をできる限り小さくすることを考慮すると、基材10の熱膨張係数は、前記の範囲内でも特に $4 \times 10^{-6} / \text{K} \sim 7 \times 10^{-6} / \text{K}$ とするのが好ましく、かかる熱膨張係数を達成するためには $\text{AlN}$ または $\text{Al}_2\text{O}_3$ が好ましい。

[0031] したがって半導体発光装置の大出力化に対応するための放熱機能などを最優先するならば、上記のうちでも $\text{AlN}$ にて基材10を形成するのが特に好ましく、放熱機能がさほど要求されない場合には $\text{Al}_2\text{O}_3$ や絶縁性の $\text{Si}$ にて基材10を形成するのが好ましい。

[0032] 上記基材10とともにサブマウント1を構成する金属膜11、12は、その表面をこれまでもよりも平滑化して実効的な光の反射率を向上するため、前記のように、当該金属膜11、12を構成する金属または合金の結晶粒の、面方向の粒径を $0.5 \mu\text{m}$ 以下に限定するとともに、基材10の表面の表面粗さを調整するなどして、金属膜11、12の表

面の中心線平均粗さRaを $0.1\ \mu\text{m}$ 以下にする必要がある。

[0033] 結晶粒の粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ を超える場合には、個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づいて、例えば図3Bに示すように、基材10上に形成した金属膜11、12の表面の凹凸が大きくなって、表面の中心線平均粗さRaが $0.1\ \mu\text{m}$ を超えてしまい、図中に実線の矢印で示すように光が乱反射しやすくなるため、反射率が低下してしまう。

[0034] これに対し、上記のように結晶粒の粒径を $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲とした場合には、例えば図3Aに示すように個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づく、基材10上に形成した金属膜11、12の表面の凹凸をできるだけ小さくして、当該表面を平滑化、すなわち金属膜11、12の表面の中心線平均粗さRaを $0.1\ \mu\text{m}$ 以下に抑制できるため、図中に実線の矢印で示すように光の乱反射を抑えて、反射率を向上することができる。

[0035] なお金属膜11、12の表面の中心線平均粗さRaは、当該表面をさらに平滑化して、光の反射率をより一層、向上することを考慮すると、上記の範囲内でも $0.05\ \mu\text{m}$ 以下とするのが好ましく、特に $0.03\ \mu\text{m}$ 以下とするのが好ましい。そしてそのためには結晶粒の粒径を、上記の範囲内でも $0.3\ \mu\text{m}$ 以下とするのが好ましく、特に $0.1\ \mu\text{m}$ 以下とするのが好ましい。

[0036] 結晶粒の粒径は、例えば真空蒸着法やスパッタリング法などの物理蒸着法によって金属膜11、12を形成する場合、その蒸着速度をできるだけ高くするか、もしくは基板温度をできるだけ低くすることによって、小さくすることができる。

[0037] すなわち物理蒸着法において、蒸着速度をできるだけ高くして金属膜11、12を形成すると、図4Aに示すように、蒸着速度が低い図4Bの場合に比べて、蒸着初期の段階で、基材10の表面により多数の、金属の粒子M1が生成し、そのそれぞれが膜成長の核M2として別個に成長して金属膜11、12が形成されるため、個々の結晶粒M3の粒径を小さくすることができる。

[0038] また物理蒸着法において、基板温度をできるだけ低くして金属膜11、12を形成すると、図5Aに示すように、基板温度が高い図5Bの場合に比べて、蒸着初期の段階で、基材10の表面に生成した金属の粒子M1の、図中に実線の矢印で示す移動、

拡散やそれにとまなう複数の粒子M1の合体などが抑制された状態で核M2が成長して金属膜11、12が形成されるため、個々の結晶粒M3の粒径を小さくすることができる。

[0039] したがって物理蒸着法によって金属膜11、12を形成する場合は、基材10の種類や表面状態、形成する金属膜11、12の組成などを考慮に入れつつ、結晶粒の粒径が目的とする値になるように、蒸着速度や基板温度などの条件を設定すればよい。

その具体的な数値は特に限定されないものの、蒸着速度は1.0nm/s以上、中でも1.5nm/s以上、特に2.0nm/s以上とするのが好ましい。また基板温度は120℃以下、中でも90℃以下、特に60℃以下とするのが好ましい。

[0040] 金属膜11、12を構成する結晶粒の粒径は、下記の方法で測定した値とする。

すなわち、形成した金属膜11、12の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)などを用いて写真撮影し、次いで撮影した写真の、所定面積の範囲内に写り込んだ結晶粒の個数を計数した後、上記の所定面積を結晶粒の個数で除算して結晶粒1個あたりの平均面積を求め、その平均面積から、結晶粒の平面形状が円形であると仮定して粒径を算出する。

[0041] また金属膜11、12の表面の中心線平均粗さRaは、前述したように下地としての基材10の、表面粗さの影響も受け、結晶粒の粒径が前記の範囲内であっても、基材10の表面粗さが大きいと、中心線平均粗さRaを0.1μm以下にできないおそれがある。

よって金属膜11、12の表面の中心線平均粗さRaを0.1μm以下にするためには、基材10の表面を研磨するなどしてその表面粗さをできるだけ小さくしておくのが好ましい。

具体的には基材10の、金属膜11、12を形成する表面を研磨して、その中心線平均粗さRaを0.1μm以下、中でも0.05μm以下、特に0.03μm以下とするのが好ましい。

[0042] なお金属膜11、12の表面や基材10の表面の中心線平均粗さRaは、従来公知の種々の測定方法によって測定した表面形状から、日本工業規格JIS B0601「-1994表面粗さの定義と表示」に規定された方法によって求めることができる。

- [0043] 上記の性状を有する金属膜11、12は、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金にて形成する。詳しくは、Ag単独、Al単独、Agと他の金属との合金、Alと他の金属との合金、またはAgとAlと他の金属との合金のいずれかによって金属膜11、12を形成する。
- [0044] 金属膜11、12を形成する主体金属としては、Ag、Alのいずれか一方、または両方を用いることができるが、特に波長400nm以下という短波長の光を発する半導体発光素子と組み合わせて使用する場合には、かかる短波長の光の反射性に特に優れたAlが好ましい。またAlはAgより安価であるため、サブマウント1の生産コストを引き下げることができるという利点もある。
- [0045] Agおよび／またはAlとともに合金を形成する他の金属としては、金属膜11、12の強度を向上するとともに、AgやAlのマイグレーションを防止する機能を有する、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を挙げることができる。
- [0046] かかる他の金属の含有割合は、0.001〜10重量%とするのが好ましい。  
他の金属の含有割合が0.001重量%未満では、当該他の金属を含有させて合金化したことによる、上述した、金属膜11、12を高強度化したり、AgやAlのマイグレーションを防止したりする効果が十分に得られないおそれがある。また10重量%を超える場合には、相対的にAgおよび／またはAlの含有割合が少なくなるため、金属膜11、12の、特に波長450nm以下の短波長の光の反射率が低下するおそれがある。
- [0047] なお他の金属による上記の効果をより確実なものとするためには、当該他の金属の含有割合は、上記の範囲内でも0.01重量%以上とするのが好ましく、特に0.1重量%以上とするのが好ましい。  
また光の反射率の低下をより確実に防止するためには、他の金属の含有割合は、上記の範囲内でも5重量%以下、特に3重量%以下とするのが好ましい。  
他の金属を2種以上、併用する場合は、全ての他の金属の、含有割合の合計量が上記の範囲内になるように、その組成を設定すればよい。
- [0048] 金属膜11、12の、光の反射率は特に限定されないものの、半導体発光装置LE2の発光効率をこれまでよりもさらに向上することなどを考慮すると、例えば波長400nm

mの光の反射率を70%以上、中でも80%以上、特に90%以上とするのが好ましい。光の反射率は、日本工業規格JIS Z8722<sub>-2000</sub>「色の測定方法—反射及び透過物体色」に準じて測定した値とする。

[0049] また金属膜11、12の膜厚は、半導体発光装置LE2の大出力化に対応すべく抵抗値を下げることを考慮すると、0.5〜3  $\mu$ mとするのが好ましい。

膜厚が0.5  $\mu$ m未満では、金属膜11、12の抵抗値を十分に低くできないため、例えば出力が1W以上といった大出力の半導体発光装置に必要な大電流を流すことができないおそれがある。また3  $\mu$ mを超える場合には、たとえ前記のような方法を講じたとしても、金属膜11、12の表面の平滑性を維持できなくなって、光の反射率が低下するおそれがある。

[0050] なお、半導体発光装置LE2の大出力化に対応すべく抵抗値を十分に下げることが考慮すると、金属膜11、12の膜厚は、上記の範囲内でも特に0.8  $\mu$ m以上とするのが好ましい。

また金属膜11、12の表面の平滑性をさらに向上することを考慮すると、その膜厚は、上記の範囲内でも特に1.5  $\mu$ m以下とするのが好ましい。

[0051] 金属膜11、12は、基材10の表面に直接に形成しても良い。しかし、フリップチップ実装に対応すべく密着力を向上することを考慮すると、前記のように基材10上に、Ti、Cr、NiCr、Ta、Cuおよびこれら金属の化合物などからなり、基材10との密着力に優れた密着層を形成した上に、金属膜11、12を形成するのが好ましい。また、Pt、Pd、Ni、Mo、NiCr、Cuなどからなり、AgやAlなどの、密着層への拡散を防止する機能を有するバリア層を、密着層と金属膜11、12との間に形成してもよい。

[0052] また密着層の膜厚は0.01〜1.0  $\mu$ m程度、バリア層の膜厚は0.01〜1.5  $\mu$ m程度とするのが好ましい。

さらに金属膜11、12の表面には、素子をはんだ付けするためのはんだバリア層やはんだ層を積層しても良い。

[0053] 金属膜11、12やその上下の各層をパターン形成するには、例えばメタルマスクや、あるいはフォトリソグラフィーによるマスクなどを使用して、当該マスクで覆われずに露出した基材10の表面を、前記物理蒸着法などによって選択的にメタライズすれば

よい。

- [0054] 金属膜11、12の、基材10への密着力や機械的な強度は、前記のように高ければ高いほど良く、例えばダイシエア強度は10MPa以上、特に30MPa以上とするのが好ましい。またフリップチップ実装を考慮したボールシエア強度は30MPa以上、特に60MPa以上とするのが好ましい。

半導体発光素子をフリップチップ実装によって搭載した場合には、高輝度で、なおかつ信頼性の高い半導体発光装置を得ることができる。

- [0055] なおダイシエア強度は、MIL規格MIL-STD-883C METHOD 2019. 4に準じて測定した値とする。すなわちダイシエア強度は、金属膜11、12上にチップを実装し、テンションゲージを応用したツールを用いて、チップの側面を、金属膜11、12の面方向と平行方向に押した際に、金属膜11、12が基材10からはく離れた時の、テンションゲージの値で表すこととする。またボールシエア強度は、金属膜11、12上にAuワイヤをボールボンドし、専用のテンションゲージを用いて、1stボンディング部のボールを横からスライドするように押した際に、ボールが取れた時の、テンションゲージの値で表すこととする。なおボールシエア強度は、 $\phi 30 \mu\text{m}$ のAuワイヤをボールボンドし、ボール潰れ径を $\phi 90 \mu\text{m}$ にした時の値とする。

- [0056] 上記各部からなる図の例のサブマウント1は、例えば当該サブマウント1の複数個分の大きさを有するセラミック板の片面を所定の表面粗さに研磨し、次いで個々のサブマウント1となる領域ごとの、金属膜11、12やその上下の各層を、それぞれセラミック板の全面にわたって同時にパターン形成した後、セラミック板をダイシングして個々のサブマウント1を切り出すことによって製造することができる。

- [0057] 上記各部からなるサブマウント1上に半導体発光素子LE1をフリップチップ実装によって搭載した、前記図1Bの例の半導体発光装置LE2は、金属膜11、12が光の反射率に優れる上、当該金属膜11、12を所定の配合比率の合金にて形成したり、その下に密着層やバリア層を積層したりすることによって、かかる金属膜11、12の密着力、機械的な強度、並びに信頼性にすぐれたものとすることができるため、前記のようにその出力が1W以上、中でも2W以上、特に5W以上といった大出力の装置に好適である。

[0058] また上記半導体発光装置LE2は、前記のように半導体発光素子LE1の発光部にサイズの近いサブマウント1を用いたものであるため、従来は半導体発光素子を直接に搭載していた安価なパッケージなどにそのまま搭載することができる。

[0059] 図2は、上記半導体発光装置LE2を、かかるパッケージ3の一例に搭載した状態を示す断面図である。

すなわち図の例では、パッケージ3の凹部3bの、開口3cと対向する底面に設けた搭載部3aに、半導体発光装置LE2を接着剤などによって接着、固定し、次いで金属膜11、12を、それぞれワイヤーボンドWB、WBを介して、パッケージ3に設けた一対の引き出し用のリード32a、32bと電氣的に結線するとともに、上記凹部3bに蛍光体および／または保護樹脂FRを充てんし、さらに開口3cを、半導体発光素子LE1からの光を透過しうる材料にて形成した封止キャップまたはレンズLSで閉じることによって、半導体発光装置LE2をパッケージ3に搭載している。

[0060] また図の例のパッケージ3は、底面に上記搭載部3aを備えるとともに、この搭載部3a側から開口3c側へ向けて外方に広がった形状(すり鉢状)の凹部30aを有する反射部材30と、当該反射部材30の外周を囲むように接合、一体化した、その一端を凹部3bの開口3cとした筒状の枠体31と、枠体31の、図において左右両側に、当該枠体31を貫通させて配設した前記リード32a、32bとで構成してある。また凹部30aの内面は反射面30bとしてある。

そして半導体発光素子LE1からの光を、この反射面30bによって開口3cの方向に反射して、レンズLSを通してパッケージ3の外部に、より効率よく放射できるようにしてある。

[0061] 反射部材30としては、半導体発光素子LE1からの光を効率よく反射するために、その全体または少なくとも反射面30bを金属にて形成したものを用いる。また枠体31としては、一対のリード32a、32bを絶縁するために、樹脂製またはセラミック製の枠体を用いる。

[0062] この発明の構成は、以上で説明した各図の例に限定されるものではない。

例えば図の例では、金属膜11、12を、ワイヤーボンドWBによってパッケージ3のリード32a、32bと結線していたが、サブマウント1の裏面とパッケージ3の搭載部3aと

にそれぞれ電極層を設けて、両電極層をはんだ付けなどして結線するようにしても良い。その場合、サブマウント1の金属膜11、12と電極層とは、例えばViaを介して電氣的に接続すればよい。

[0063] また図の例はサブマウント1であって、金属膜11、12が、フリップチップ実装に対応した電極層と反射層の機能を兼ね備えていたが、この発明の半導体発光素子搭載部材はサブマウント1には限定されず、半導体発光素子を直接に搭載するパッケージなどであっても良い。その際にはパッケージの電極層や反射層を、この発明で規定した特性を有する金属膜にて形成すればよい。

[0064] また金属膜が、電極層としての機能を求められず、反射層としてのみ機能すればよい場合には、膜厚は前記の限りではない。反射層としてのみ機能する金属膜の膜厚は、表面の平滑性をさらに向上することなどを考慮すると、前記の範囲よりさらに小さい値としても構わない。

[0065] また反射層としてのみ機能する金属膜には強固な密着力が求められないため、金属膜は単層構造でも良い。

さらに反射層としてのみ機能する金属膜には機械的な強度や信頼性なども求められないため、金属膜は合金でなくAgおよび／またはAl単独で、あるいは両者のみを含む合金で形成しても良い。

その他、この本発明の要旨を変更しない範囲で、種々の設計変更を施すことができる。

## 実施例

[0066] 以下に、本発明を、実施例、比較例に基づいて説明する。

[0067] 実施例1:

熱伝導率が230W/mK、熱膨張係数が $4.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である窒化アルミニウム(AlN)製で、かつ縦50.8mm、横50.8mm、厚み0.3mmの基材の両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さRaを $0.02 \mu\text{m}$ に仕上げたものを20個用意した。

[0068] 次に、図1Aに示すように、各基材10の一方の主面に、真空蒸着法によって、面方向の中央に狭いギャップを設けて互いに絶縁した状態で、2つの純アルミニウム膜11



、12を成膜して、半導体発光素子搭載部材としてのサブマウント1を製造した。成膜の手順は、まず、純アルミニウム膜11、12と同じ平面形状を有する厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを、この順に、基材10の一方の主面に形成した上に、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を積層した。純アルミニウム膜11、12の成膜条件は、基材の温度： $50^{\circ}\text{C}$ 、蒸着速度： $2.2\text{nm/s}$ とした。

[0069] 形成した純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径を、前記の方法によって測定した。測定は、20個の基板の全てについて行い、その平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、純アルミニウム膜11、12の表面の表面形状を測定し、その結果から、前記の方法によって中心線平均粗さRaを求めた。測定は、20個の基板の全てについて行い、求めた中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.027\mu\text{m}$ であった。

[0070] また、上記純アルミニウム膜11、12の表面の、光の反射率、ダイシエ強度およびボールシエ強度を、それぞれ前記の方法によって測定した。測定は、光の反射率については、20個の基板の全てについて行い、測定値の平均値を求めた。また、ダイシエ強度とボールシエ強度については5個の基板について測定し、測定値の平均値を求めた。

その結果、光の反射率は95%、ダイシエ強度は42MPa、ボールシエ強度は50MPaであった。

[0071] 実施例2:

成膜条件のうち、基材の温度を $80^{\circ}\text{C}$ としたこと以外は実施例1と同様にして、窒化アルミニウム製の基材10の、一方の主面の、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。

[0072] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.20\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.042\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は88%、ダイシエ強度は45MPa、ボールシエ強度は52MPaであった。

## [0073] 実施例3:

成膜条件のうち、基材の温度を100℃としたこと以外は実施例1と同様にして、窒化アルミニウム製の基材10の、一方の主面の、厚み0.1  $\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み0.2  $\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み2  $\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。

[0074] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、0.40  $\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、0.085  $\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は75%、ダイシエア強度は40MPa、ボールシエア強度は61MPaであった。

## [0075] 比較例1:

成膜条件のうち、基材の温度を130℃としたこと以外は実施例1と同様にして、窒化アルミニウム製の基材10の、一方の主面の、厚み0.1  $\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み0.2  $\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み2  $\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。

[0076] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、0.70  $\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、0.15  $\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は62%、ダイシエア強度は43MPa、ボールシエア強度は62MPaであった。

## [0077] 実施例4:

成膜条件のうち、蒸着速度を1.2nm/sとしたこと以外は実施例1と同様にして、窒化アルミニウム製の基材10の、一方の主面の、厚み0.1  $\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み0.2  $\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み2  $\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。

[0078] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、0.10  $\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、0.035  $\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は90%、ダイシエア強度は48MPa、ボールシエア強度は59MPaであった。

## [0079] 実施例5:

成膜条件のうち、蒸着速度を $1.8\text{nm/s}$ としたこと以外は実施例1と同様にして、窒化アルミニウム製の基材10の、一方の主面の、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。

[0080] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.35\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ $R_a$ の平均値を計算したところ、 $0.08\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は78%、ダイシエ強度は41MPa、ボールシエ強度は50MPaであった。

[0081] 比較例2:

成膜条件のうち、蒸着速度を $0.7\text{nm/s}$ としたこと以外は実施例1と同様にして、窒化アルミニウム製の基材10の、一方の主面の、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。

[0082] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.60\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ $R_a$ の平均値を計算したところ、 $0.12\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は66%、ダイシエ強度は40MPa、ボールシエ強度は53MPaであった。

[0083] 実施例6:

窒化アルミニウム製の基材10の両面の、中心線平均粗さ $R_a$ を $0.04\mu\text{m}$ に仕上げたこと以外は実施例1と同様にして、同基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0084] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.07\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ $R_a$ の平均値を計算したところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は87%、ダイシエ強度は43MPa、ボールシエ強度は60MPaであった。

[0085] 実施例7:

窒化アルミニウム製の基材10の両面の、中心線平均粗さ $R_a$ を $0.08\mu\text{m}$ に仕上げ

たこと以外は実施例1と同様にして、同基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0086] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.11\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.09\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は75%、ダイシエ強度は40MPa、ボールシエ強度は56MPaであった。

[0087] 比較例3:

窒化アルミニウム製の基材10の両面の、中心線平均粗さRaを $0.15\mu\text{m}$ に仕上げたこと以外は実施例1と同様にして、同基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0088] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.15\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.17\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は59%、ダイシエ強度は45MPa、ボールシエ強度は52MPaであった。

[0089] 実施例8:

基材10として、熱伝導率が $250\text{W}/\text{mK}$ 、熱膨張係数が $3.7\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である高熱伝導性炭化ケイ素(SiC)製で、かつ、その両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さRaを $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記高熱伝導性炭化ケイ素製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0090] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.028\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は94%、ダイシエ強度は40MPa、ボールシエ強度は53MPaであった。

[0091] 実施例9:

基材10として、熱伝導率が $90\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である高熱伝導性窒化ケイ素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )製で、かつ、その両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ $R_a$ を $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記高熱伝導性窒化ケイ素製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0092] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ $R_a$ の平均値を計算したところ、 $0.030\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は91%、ダイシェア強度は47MPa、ボールシェア強度は48MPaであった。

[0093] 実施例10:

基材10として、熱伝導率が $140\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である電気絶縁性のケイ素(Si)製で、かつ、その両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ $R_a$ を $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記ケイ素製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0094] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ $R_a$ の平均値を計算したところ、 $0.030\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は90%、ダイシェア強度は48MPa、ボールシェア強度は52MPaであった。

[0095] 実施例11:

基材10として、炭化ケイ素( $\text{SiC}$ )に30体積%のケイ素(Si)を溶浸させた、熱伝導率が $80\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である複合材( $\text{Si-SiC}$ )製で、かつ、その両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ $R_a$ を $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記複合材製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成して

サブマウント1を製造した。

[0096] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.035\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は89%、ダイシエ強度は45MPa、ボールシエ強度は50MPaであった。

[0097] 実施例12:

基材10として、実施例8で使用した高熱伝導性炭化ケイ素の粉末70重量%と、マグネシウムを0.3重量%の割合で含むアルミニウム-マグネシウム合金の粉末30重量%とを混合後、溶解鋳造して製造した、熱伝導率が $180\text{W}/\text{mK}$ 、熱膨張係数が $8.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である複合材(Al-SiC)製で、かつ、その両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さRaを $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記複合材製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0098] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.032\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は92%、ダイシエ強度は40MPa、ボールシエ強度は58MPaであった。

[0099] 実施例13:

基材10として、熱伝導率が $20\text{W}/\text{mK}$ 、熱膨張係数が $6.5\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )製で、かつ、その両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さRaを $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記アルミナ製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

[0100] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.026\mu\text{m}$ であった。また、光の反

射率は80%、ダイシエア強度は47MPa、ボールシエア強度は56MPaであった。

[0101] 実施例14:

熱伝導率が230W/mK、熱膨張係数が $4.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である窒化アルミニウム(AlN)製で、かつ縦50.8mm、横50.8mm、厚み0.3mmの基材10の両面(主面)にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さRaを $0.02 \mu\text{m}$ に仕上げたものを20個用意した。

[0102] 次に、各基材10の、表面の全面を薄く酸化した後、その一方の主面に直接に、真空蒸着法によって、面方向の中央に狭いギャップを設けて互いに絶縁した状態で、厚み $2 \mu\text{m}$ の2つの純アルミニウム膜11、12を成膜してサブマウント1を製造した。純アルミニウム膜11、12の成膜条件は、基材の温度:50°C、蒸着速度:2.2nm/sとした。

[0103] そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.15 \mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さRaの平均値を計算したところ、 $0.040 \mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は88%、ダイシエア強度は22MPa、ボールシエア強度は32MPaであった。

[0104] 以上の結果を表1、表2にまとめた。

[0105] [表1]

	基材		製膜条件		純アルミニウム膜の特性				
	種類	Ra ( $\mu\text{m}$ )	基材温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	蒸着速度 ( $\text{nm/s}$ )	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	Ra ( $\mu\text{m}$ )	反射率 (%)	ダイヤモンド 強度 (MPa)	ボールペン 強度 (MPa)
実施例 1	AlN	0.02	50	2.2	0.05	0.027	95	42	50
実施例 2	AlN	0.02	80	2.2	0.20	0.042	88	45	52
実施例 3	AlN	0.02	100	2.2	0.40	0.085	75	40	61
比較例 1	AlN	0.02	130	2.2	0.70	0.15	62	43	62
実施例 4	AlN	0.02	50	1.2	0.10	0.035	90	48	59
実施例 5	AlN	0.02	50	1.8	0.35	0.08	78	41	50
比較例 2	AlN	0.02	50	0.7	0.60	0.12	66	40	53
実施例 6	AlN	0.04	50	2.2	0.07	0.05	87	43	60
実施例 7	AlN	0.08	50	2.2	0.11	0.09	75	40	56
比較例 3	AlN	0.15	50	2.2	0.15	0.17	59	45	52



	基材		製膜条件		純アルミニウム膜の特性				
	種類	Ra ( $\mu\text{m}$ )	基材温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	蒸着速度 ( $\text{nm/s}$ )	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	Ra ( $\mu\text{m}$ )	反射率 (%)	タビ 強度 (MPa)	ボリ 強度 (MPa)
実施例 8	SiC	0.02	50	2.2	0.05	0.028	94	40	53
実施例 9	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0.02	50	2.2	0.05	0.030	91	47	48
実施例 10	Si	0.02	50	2.2	0.05	0.030	90	48	52
実施例 11	Si-SiC	0.02	50	2.2	0.05	0.035	89	45	50
実施例 12	Al-SiC	0.02	50	2.2	0.05	0.032	92	40	58
実施例 13	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	50	2.2	0.05	0.026	80	47	56
実施例 14	AlN	0.02	50	2.2	0.15	0.040	88	22	32

[0107] 実装試験:

図1Bに示すように、上記実施例、比較例で製造したサブマウント1の、純アルミニウム膜11、12と、半導体発光素子LE1の2つの極LE1a、LE1bとを、AuバンプBPを介して接合することで、当該半導体発光素子LE1をサブマウント1上にフリップチップ実装して、半導体発光装置LE2を構成した。

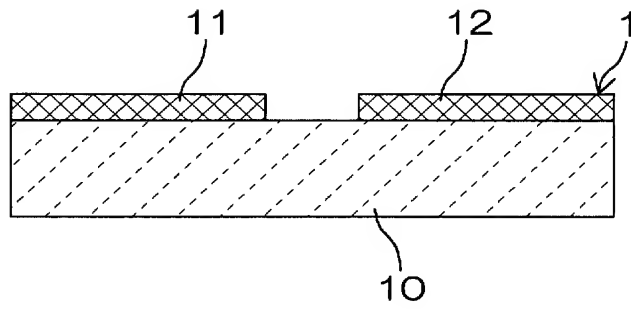
[0108] そして、この半導体発光装置LE2を、各実施例、比較例ごとに10個ずつ用意し、それを、それぞれ図2に示すパッケージ3に搭載して発光効率(lm/W)を測定したところ、各実施例のサブマウント1を使用した場合は、いずれも、最も発光効率の高かった実施例1における発光効率の90〜100%という高い発光効率を示した。しかし、各比較例のサブマウント1を使用した場合は、いずれも、実施例1における発光効率の90%未満の低い発光効率しか得られなかった。

[0109] 以上の試作と試験とを、金属膜として銀膜、銀に1重量%の銅を添加した鑄造合金膜、アルミニウムに1重量%のケイ素を添加した鑄造合金膜についても行ったところ、ほぼ同じ傾向の結果が得られた。

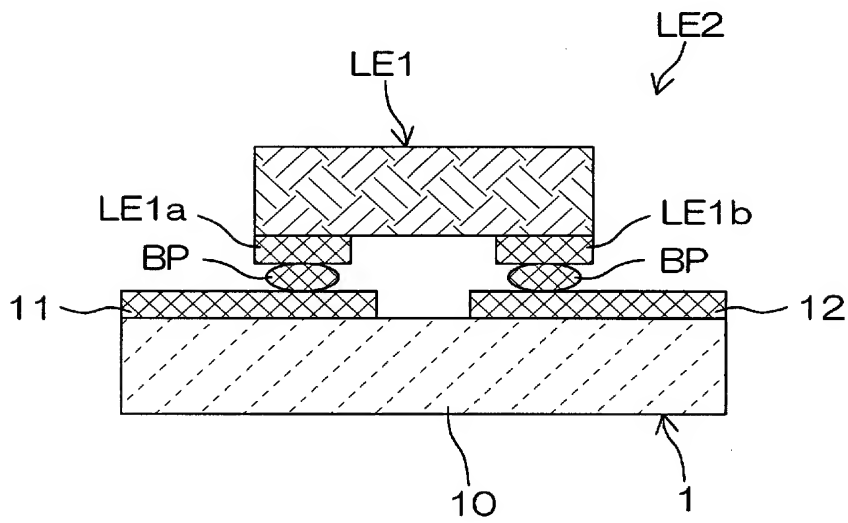
## 請求の範囲

- [1] 基材と、当該基材の表面に形成した、半導体発光素子搭載のための電極層、および半導体発光素子からの光を反射するための反射層のうちの少なくとも一方として機能する、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなる金属膜とを備えるとともに、上記金属膜を構成する金属または合金の結晶粒の、金属膜の面方向の粒径を $0.5\ \mu\text{m}$ 以下、当該金属膜の表面の中心線平均粗さRaを $0.1\ \mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする半導体発光素子搭載部材。
- [2] 基材上に密着層とバリア層とをこの順に形成し、その上に金属膜を形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [3] 金属膜を、AgおよびAlのうちの少なくとも一種の金属と、それ以外の他の金属とを含み、かつ他の金属の含有割合を $0.001\sim 10$ 重量%とした合金にて形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [4] 他の金属として、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を用いた請求項3記載の半導体発光素子搭載部材。
- [5] 金属膜の膜厚を $0.5\sim 3\ \mu\text{m}$ とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [6] 金属膜を、Al単独で、またはAlと他の金属との合金にて形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [7] 基材の熱膨張係数を、 $1\times 10^{-6}/\text{K}\sim 10\times 10^{-6}/\text{K}$ とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [8] 基材の熱伝導率を $80\text{W}/\text{mK}$ 以上とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [9] 平板状のサブマウントである請求項1記載の半導体発光素子搭載部材。
- [10] 請求項1記載の半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載したことを特徴とする半導体発光装置。
- [11] 出力が $1\text{W}$ 以上である請求項10記載の半導体発光装置。

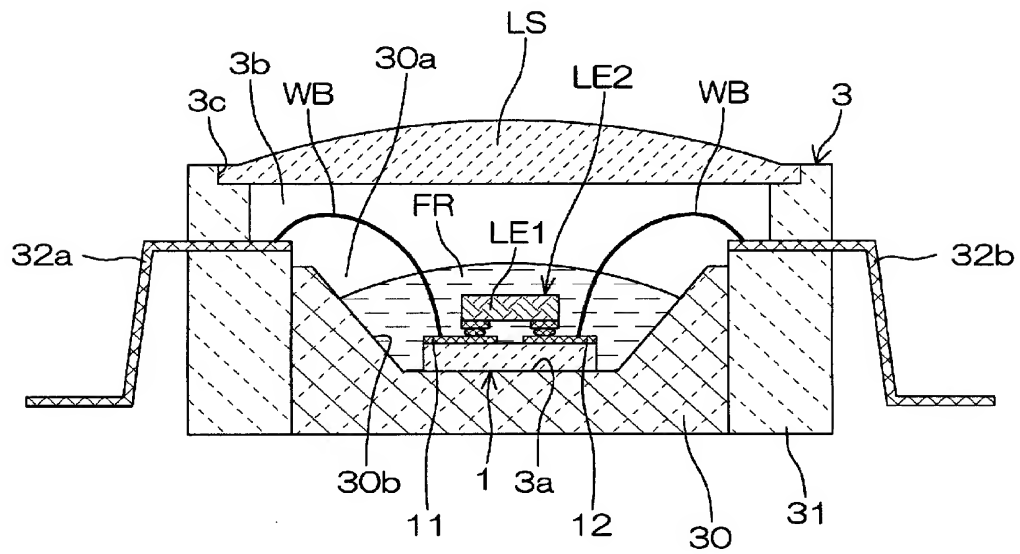
[図1A]



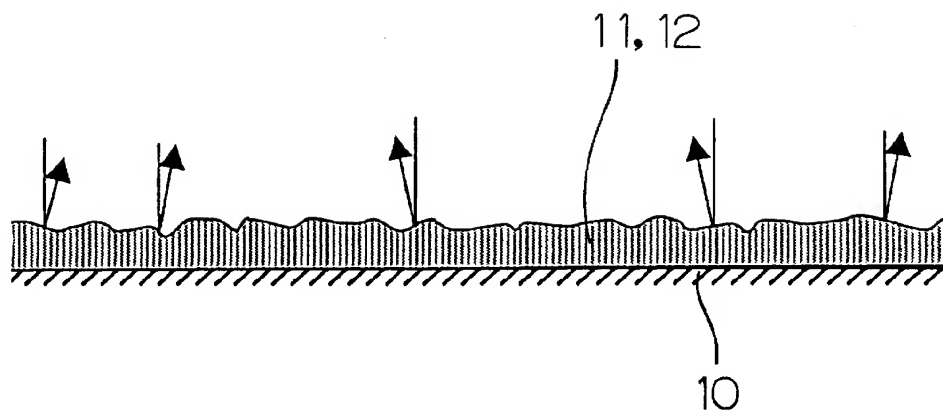
[図1B]



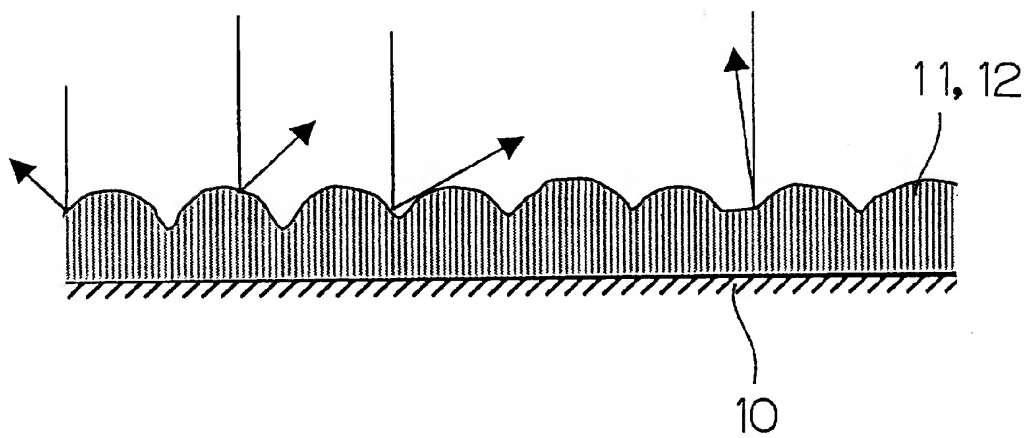
[図2]



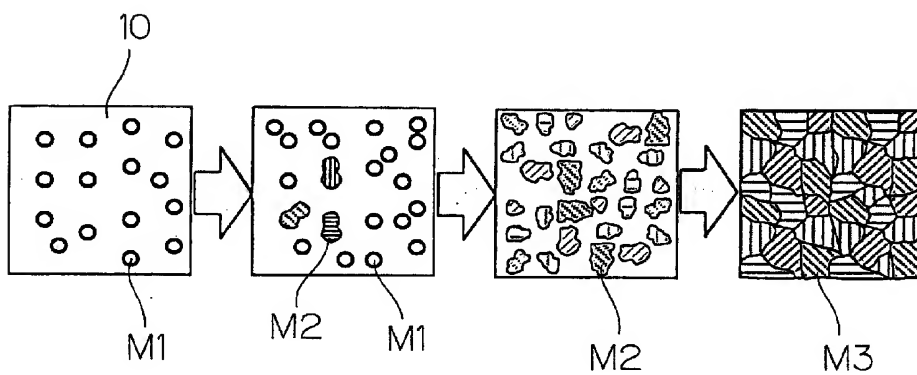
[図3A]



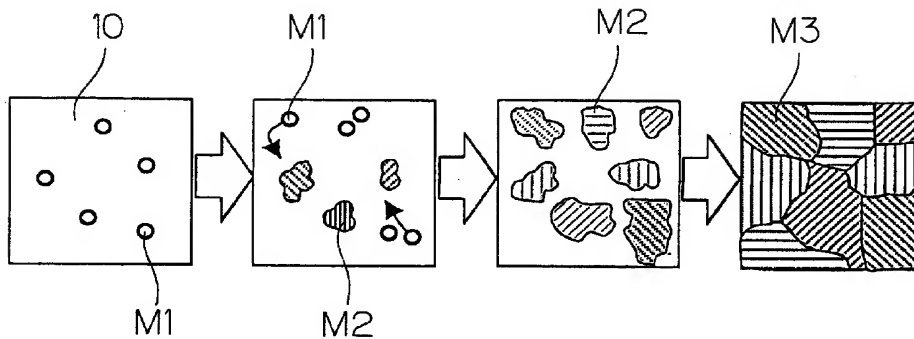
[図3B]



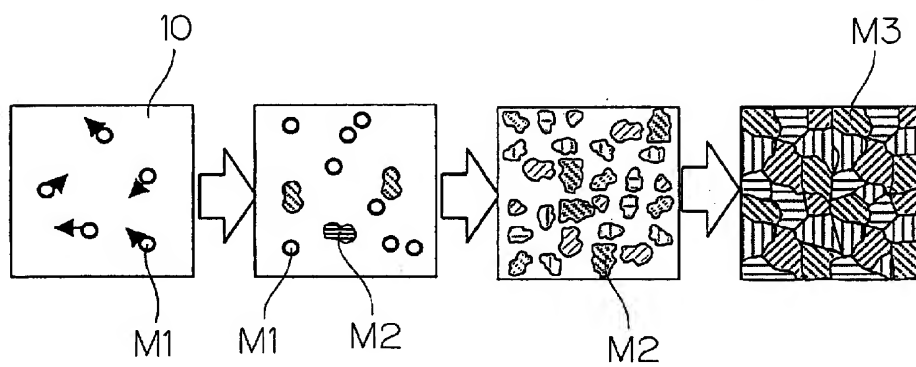
[図4A]



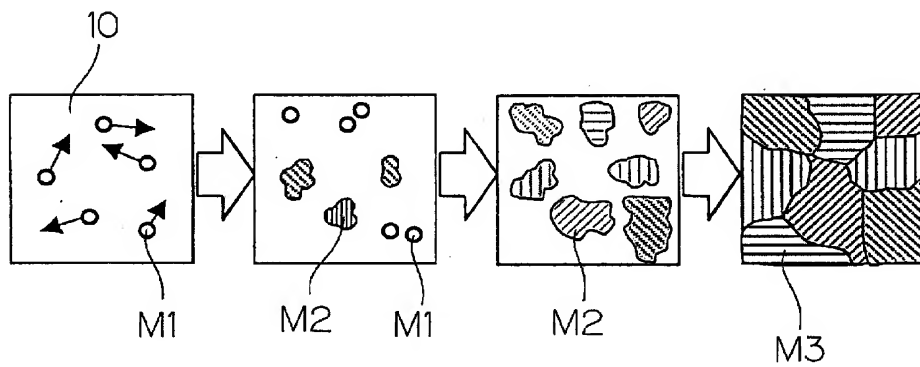
[図4B]



[図5A]



[図5B]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L33/00, C23C14/00-14/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-111616 A (Toyota Gosei Co., Ltd.), 08 April, 2004 (08.04.04), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-11
Y	JP 6-17226 A (NKK Corp.), 25 January, 1994 (25.01.94), Par. Nos. [0014], [0017]; Fig. 2 (Family: none)	1
Y	JP 7-243027 A (Kobe Steel, Ltd.), 19 September, 1995 (19.09.95), Par. No. [0015]; Fig. 2 (Family: none)	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 March, 2005 (15.03.05)

Date of mailing of the international search report  
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002758

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-209286 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 25 July, 2003 (25.07.03), Par. Nos. [0030], [0031]; Fig. 1 (Family: none)	2
Y	JP 2004-079750 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 11 March, 2004 (11.03.04), Par. Nos. [0022] to [0029]; Fig. 2 (Family: none)	7, 8
A	JP 2004-71675 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 04 March, 2004 (04.03.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
E, A	JP 2005-39194 A (Kyocera Corp.), 10 February, 2005 (10.02.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
E, A	JP 2004-296792 A (Kyocera Corp.), 21 October, 2004 (21.10.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-11



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L33/00 C23C14/00-14/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-111616 A (豊田合成株式会社) 2004.04.08, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 6-17226 A (日本鋼管株式会社) 1994.01.25, 段落【0014】【0017】, 図2 (ファミリーなし)	1
Y	JP 7-243027 A (株式会社神戸製鋼所) 1995.09.19, 段落【0015】, 図2 (ファミリーなし)	1

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.03.2005

国際調査報告の発送日

26.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

道祖土 新吾

2K

3498

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-209286 A (日亜化学工業株式会社) 2003. 07. 25, 段落【0030】【0031】, 図1 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2004-079750 A (富士写真フイルム株式会社) 2004. 03. 11, 段落【0022】～【0029】, 図2 (ファミリーなし)	7, 8
A	JP 2004-71675 A (日亜化学工業株式会社) 2004. 03. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
EA	JP 2005-39194 A (京セラ株式会社) 2005. 02. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
EA	JP 2004-296792 A (京セラ株式会社) 2004. 10. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11